

Effetti del cambiamento climatico e dell'innovazione tecnologica sulle rese dei cereali

Prof. Luigi Mariani

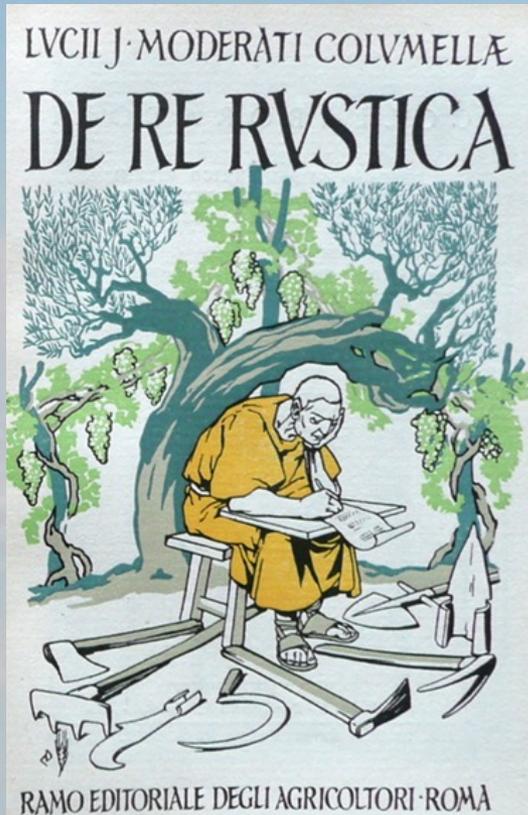


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA

AGRO
RESEARCH
HUB **FOOD**

dibattito su rese dei cereali e sicurezza alimentare

E' da millenni al centro della riflessione agronomica.



Emblematico è quanto scrive Lucio Giunio Moderato Columella (4-74 d.C.), proprietario terriero con alle spalle una carriera nell'esercito, nell'introduzione al suo *De re rustica*, probabilmente il miglior trattato di agronomia del mondo antico : *"Spesse volte odo gli uomini principali della nostra città incolpare delle scarse produzioni ora l'infertilità delle terre ora l'intemperie del cielo già da gran tempo ai raccolti nociva. Altri per dare un senso a tali lagnanze affermano che il suolo, dall'eccessiva fertilità del passato speso e sterilito, non possa porgerci con la precedente larghezza gli alimenti ai mortali. Queste ragioni, o Publio Silvano, fermamente ritengo esser molto lontano dal vero...."*

L'attualità - alcuni dati globali

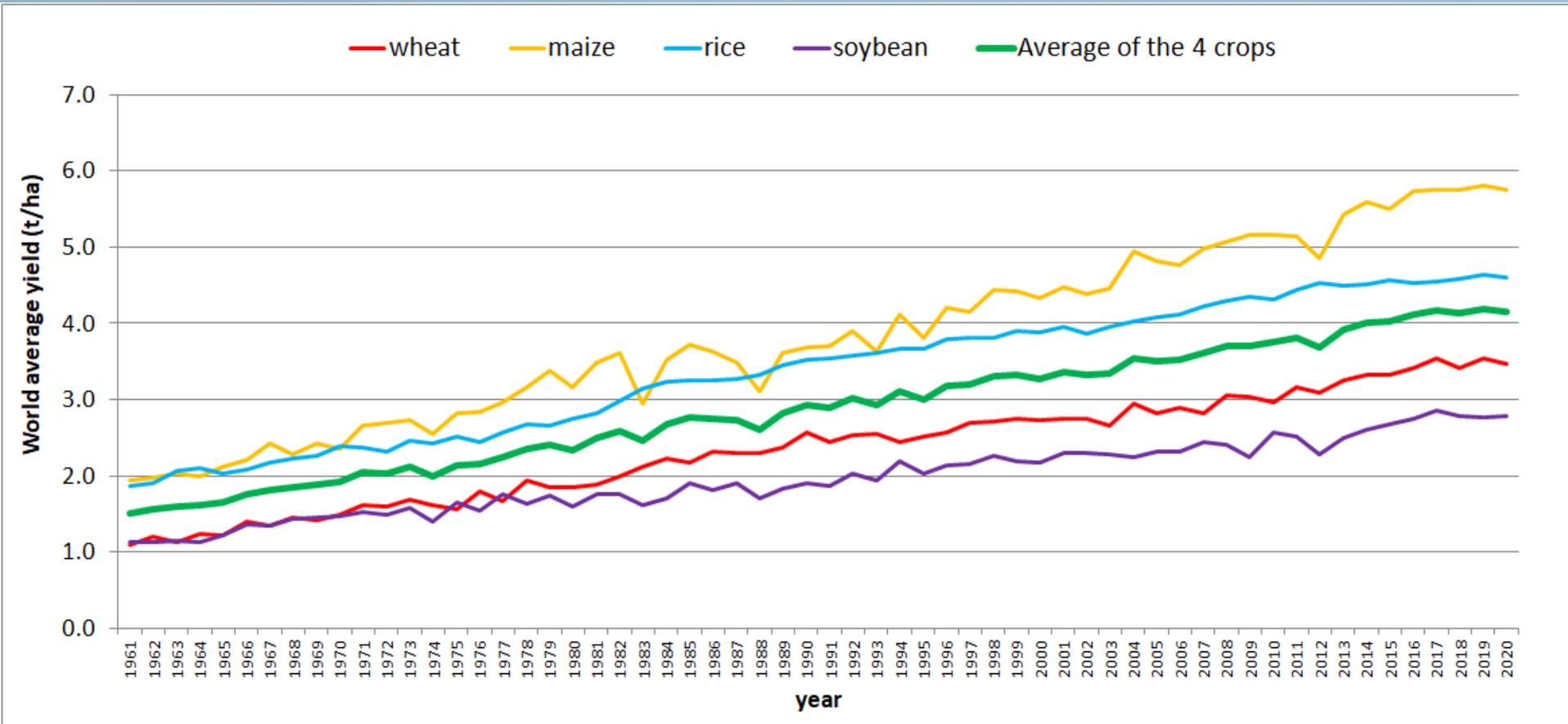
Frumento, mais, riso e soia coprono oggi il 64% del fabbisogno calorico globale del genere umano.

Il **trend globali delle rese di tali colture** è oggi molto positivo (+3% di incremento medio annuo dal 1961) e stabile nel tempo ma il suo mantenimento futuro, essenziale per soddisfare le esigenze di un'umanità che nel 2050 raggiungerà i 10 miliardi di abitanti, sempre più inurbati e dunque sempre più lontani dalle fonti di cibo, è strettamente legato all'innovazione tecnologica.

Quale innovazione tecnologica? Genetica (OGM, NBT, genetica mendeliana) e **tecniche colturali** (concimazione, diserbo, difesa fitosanitaria, irrigazione...) per contenere i cali di resa indotti da limitazioni termiche, idriche, nutrizionali, da malerbe parassiti, patogeni).

Tali innovazioni sono riassunte nel concetto di "intensificazione sostenibile" : chiave di volta di una nuova agricoltura che pone al centro la sostenibilità economica, sociale e ambientale e su cui sono oggi impegnati i ricercatori di tutto il mondo.

Rese globali delle 4 principali colture

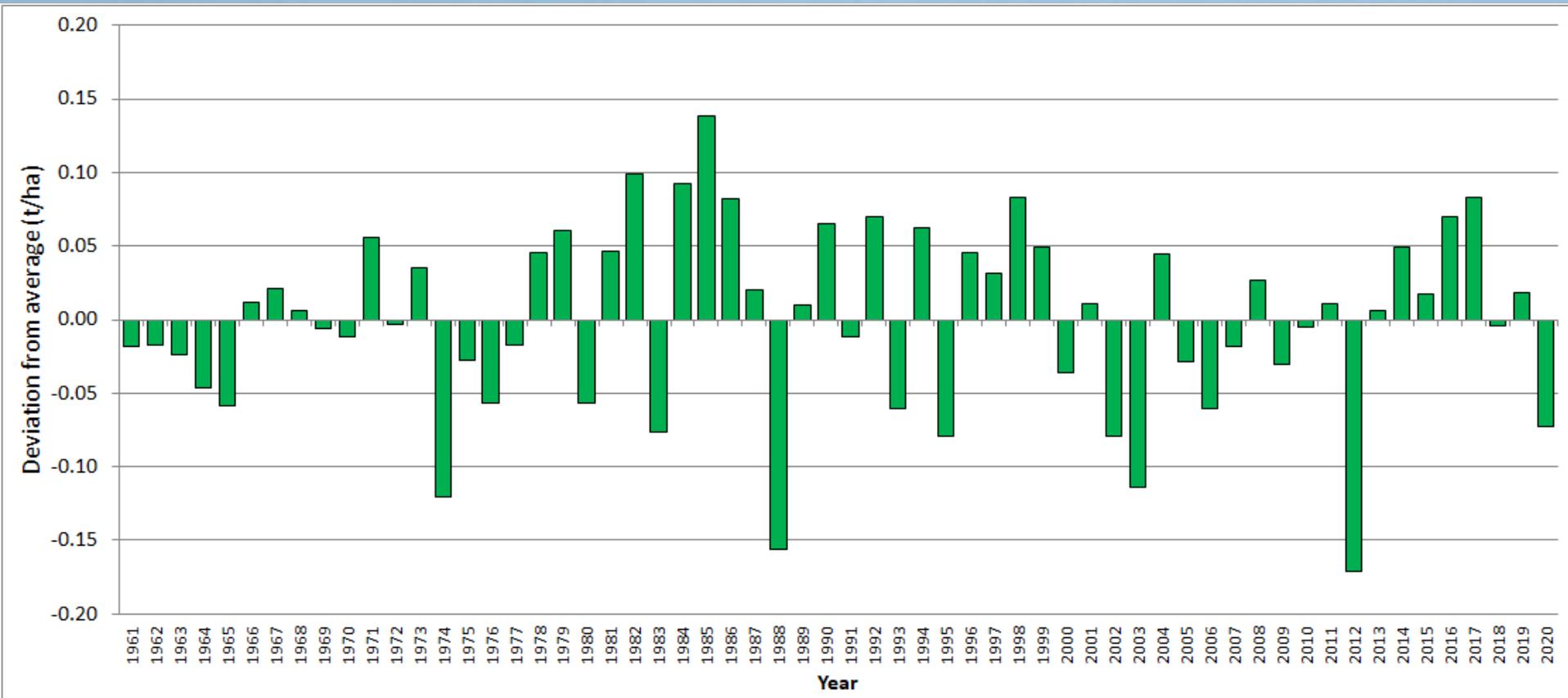


	Maize	Rice	Soybean	Wheat	Mean
Total growth 1961-2020 (%)	196	147	147	219	176
Yearly growth (%)	3.33	2.48	2.49	3.71	2.98

fonte: FAOSTAT

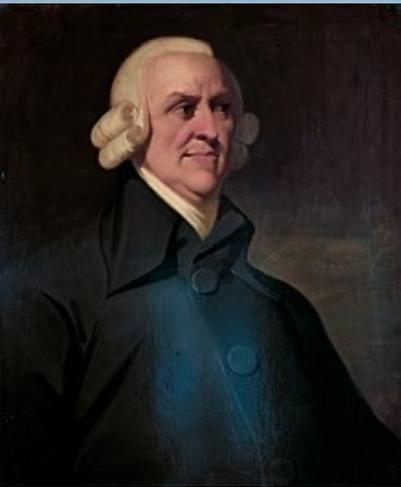
Le 4 principali colture

scostamento dalla media delle serie detrendizzate



Fonte: elaborazione su dati
FAOSTAT

Stabilità del trend spiegata dalla “legge della compensazione” di Smith



Adam Smith
(1723-1790)

Ritratto postumo di Muir
Scottish National Gallery
(https://en.wikipedia.org/wiki/Adam_Smith)

Scrive Adam Smith nella “Ricchezza delle nazioni” che *“In un grande paese coltivato a grano tra le cui differenti parti il commercio e le comunicazioni siano libere, la scarsità data da annate sfavorevoli non può essere tale da portare alla carestia. ... le annate più sfavorevoli al raccolto sono quelle siccitose o con eccessiva piovosità. Ma poiché il grano cresce ugualmente sulle terre alte e su quelle basse, su suoli per natura troppo umidi o troppo asciutti, la siccità e l’eccesso di pioggia saranno dannose a una parte del paese e favorevoli all’altra.”*

Tale principio è estendibile all’Europa (spesso il Centro-Nord si comporta diversamente dall’Europa mediterranea) o al mondo (la presenza di due emisferi consente due raccolti l’anno e la penuria dell’uno è sovente compensata dall’abbondanza dell’altro).

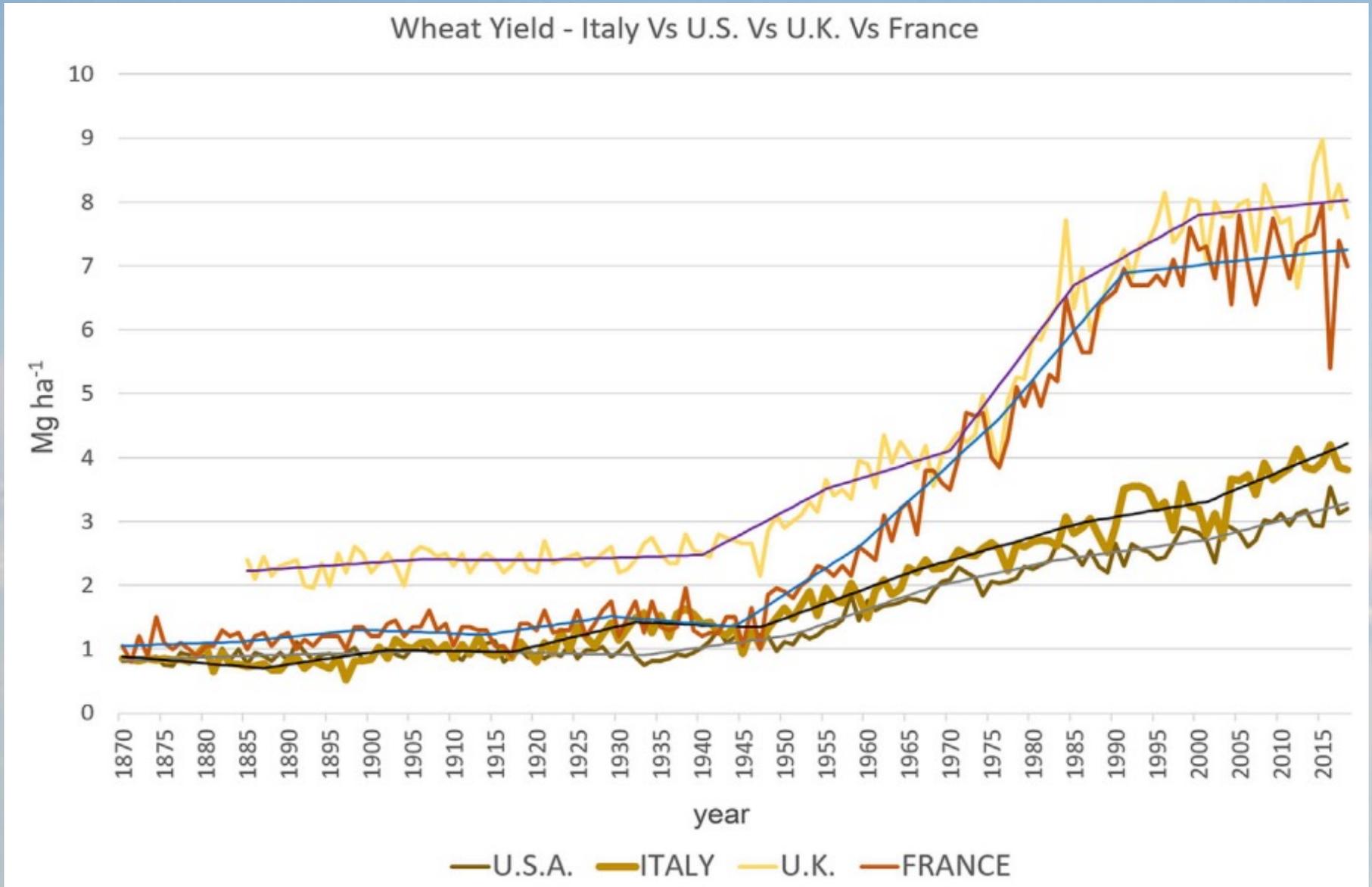
Smith A., 1776. **La ricchezza delle nazioni**, edizione italiana a cura di Anna e Tullio Baglioni, Utet, 1257 pp.

Alcuni fenomeni emergenti che non si dovrebbero trascurare

1. **la Russia è oggi il primo esportatore mondiale di grano** e a ciò non è estraneo il cambiamento climatico, che ha reso più produttive le “terre vergini” siberiane (sicurezza alimentare ed energetica sono fra le chiavi per comprendere la rediviva volontà di potenza russa) (Emanuel , 2020)
2. **la Cina detiene il 69% delle scorte mondiali di mais, il 60% di quelle di riso e il 51% di quelle di frumento** il che si giustifica con lo storico timore di crisi alimentari che attanaglia da decenni quel Paese ma non può non incutere timore visti i caratteri autoritari di quel regime
3. **Le rese ettariali dei grandi produttori di frumento tenero del Centro-Nord Europa** (es: Francia, Gran Bretagna) non salgono più, il che forse indica il raggiungimento di un limite tecnologico che andrebbe superato con rinnovati investimenti in ricerca
4. Alla **contrazione del superfici a mais in Italia** corrisponde l'aumento delle superfici in **Polonia**

Riferimenti: Emanuel L., 2020. Climate Change in Russia and the Weaponization of Wheat, <https://climateandsecurity.org/2020/08/climate-change-in-russia-and-the-weaponization-of-wheat/>

Rese del frumento



Mariani L. Ferrero A. Cola G (2021). The evolution of cereal yields in Italy over the last 150 years: The peculiar case of rice, *Agronomy Journal*, May 2021, <https://doi.org/10.1002/agj2.20710>

Alcuni fenomeni emergenti

5. **L'Europa persegue politiche tese a ridurre le rese unitarie** (farm to fork), il che è improvvido poiché se cala la produzione interna dovremo rivolgerci al mercato mondiale con una serie di effetti negativi globali:

- difficoltà di approvvigionamento dell'Europa in occasione di crisi
- aumento dei prezzi (che pagheranno in primis i PVS che si rivolgono al mercato mondiale per soddisfare il loro fabbisogno)
- esportazione dell'insostenibilità (Fuchs et al 2020).

Tali elementi critici emergono con estrema evidenza dai report tecnico-economici rilasciati dal JRC (Barreiro-Hurle et al, 2021), dell'USDA (2020), dall'Università di Wageningen e dall'Università di Kiel.

Riferimenti

Barreiro-Hurle, J., Bogonos, M., Himics, M., Hristov, J., Pérez-Domiguez, I., Sahoo, A., Salputra, G., Weiss, F., Baldoni, E., Elleby, C., 2021. Modelling environmental and climate ambition in the agricultural sector with the CAPRI model.

Exploring the potential effects of selected Farm to Fork and Biodiversity strategies targets in the framework of the 2030 Climate targets and the post 2020 Common Agricultural Policy, EUR 30317 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021, ISBN 978-92-76-20889-1, doi:10.2760/98160, JRC121368.

Beckman J., Ivanic M., Jelliffe J.L., Baquedano F.G., Scott S.G., 2020. Economic and Food Security Impacts of Agricultural Input Reduction Under the European Union Green Deal's Farm to Fork and Biodiversity Strategies, A report summary from the Economic Research Service of USDA, November 2020

Fuchs R., Browns C., Rounsewell M., 2020. Europe's Green Deal offshores environmental damage to other nations. Nature 586 (7831): 671.



Gli eventi meteorologici estremi
In grado di determinare cali sensibili nelle rese in Europa

Tre tipologie di eventi estremi

- **caldo e siccità estiva** frutto di grandi anticicloni subtropicali di blocco che interessano l'Europa centro-meridionale impedendo l'accesso alle perturbazioni atlantiche (esempi storici: 1590, 1788, 2003, 2022...).
- **grandi inverni** -> irruzioni di aria polare continentale dall'areale russo-suberiano (esempi storici: 1709, 1740, 1815-16, 1929, 2012...)
- **primavere-estati eccessivamente piovose** -> mancata espansione verso il Mediterraneo dell'anticiclone della Azzorre (esempi storici: 1693-94, 2014...).

Fino al XIX secolo tali eventi generavano penurie che non di rado si tramutavano in carestie, spesso in virtù di politiche improvvide dei governi (capitolo XII dei Promessi Sposi).

La siccità del 1788 dal diario di un viticoltore di Meaux

Nel 1788 non c'è stato inverno, la primavera non è stata favorevole alle colture, ha fatto freddo, la segale non è andata bene, il grano è andato abbastanza bene ma il caldo eccessivo ha disseccato i chicchi, cosicché il raccolto era molto scarso....; il 13 luglio c'è stata un'ondata di grandine che, cominciata dall'altra parte di Parigi, ha attraversato tutta la Francia fino alla Picardia e ha fatto gravi danni; la grandine pesava 8 libbre e ha falciato grano e alberi al suo passaggio; si estendeva su una fascia larga due leghe e lunga 50.....; invece la vendemmia è stata buonissima e i vini eccellenti. L'uva è stata raccolta a fine settembre; il vino valeva 25 lire dopo la vendemmia e il grano 24 lire dopo il raccolto.



Dal diario di un viticoltore dei dintorni di Meaux (fonte: Emmanuel Le Roy Ladurie, 2011. Les Fluctuations du climat de l'an mil à aujourd'hui, avec Daniel Rousseau et Anouchka Vasak, Fayard, 332 pages).

La siccità del 1590 – un esempio della “legge della compensazione”

La piccola era glaciale fu funestata da alcune grandi siccità. Fra queste quelle del **1540** e del **1590** che colpirono il bacino del Mediterraneo. Vediamo cosa scrive il fiorentino Giovanni Targioni Tozzetti (1767) per il 1590:

“Trovandosi la Toscana afflitta da grandissima Carestia, e non essendo potuti ottenere Grani dalla Sicilia, dal Levante, dalla Barberia, state le male ricolte, che erano state ancora in quei Paesi soliti essere granaio dell'Italia, il serenissimo Granduca Ferdinando I, con somma prudenza riflettè, che le medesime Cause Meteorologiche, dovevano aver cagionato una copiosissima Ricolta nei paesi più settentrionali di noi. Perciò si voltò alle più remote Provincie verso il Baltico, allora non molto praticate, e spedì per le poste a Danzica Riccardo Riccardi Gentiluomo fiorentino, ricchissimo e principalissimo Mercante, per incettar Grani e Biade, ed in questa maniera, da niun'altro prima immaginata, gli riuscì di metter l'abbondanza nella Toscana.”.

Targioni Tozzetti G., 1767, Cronica meteorologica della Toscana per il tratto degli ultimi sei Secoli relativa principalmente all'Agricoltura - Alimurgia, pt. III



<http://www.stamptoscana.it/articolo/universita/lateneo-fiorentino-dedica-una-mostra-a-giovanni-targioni-tozzetti>



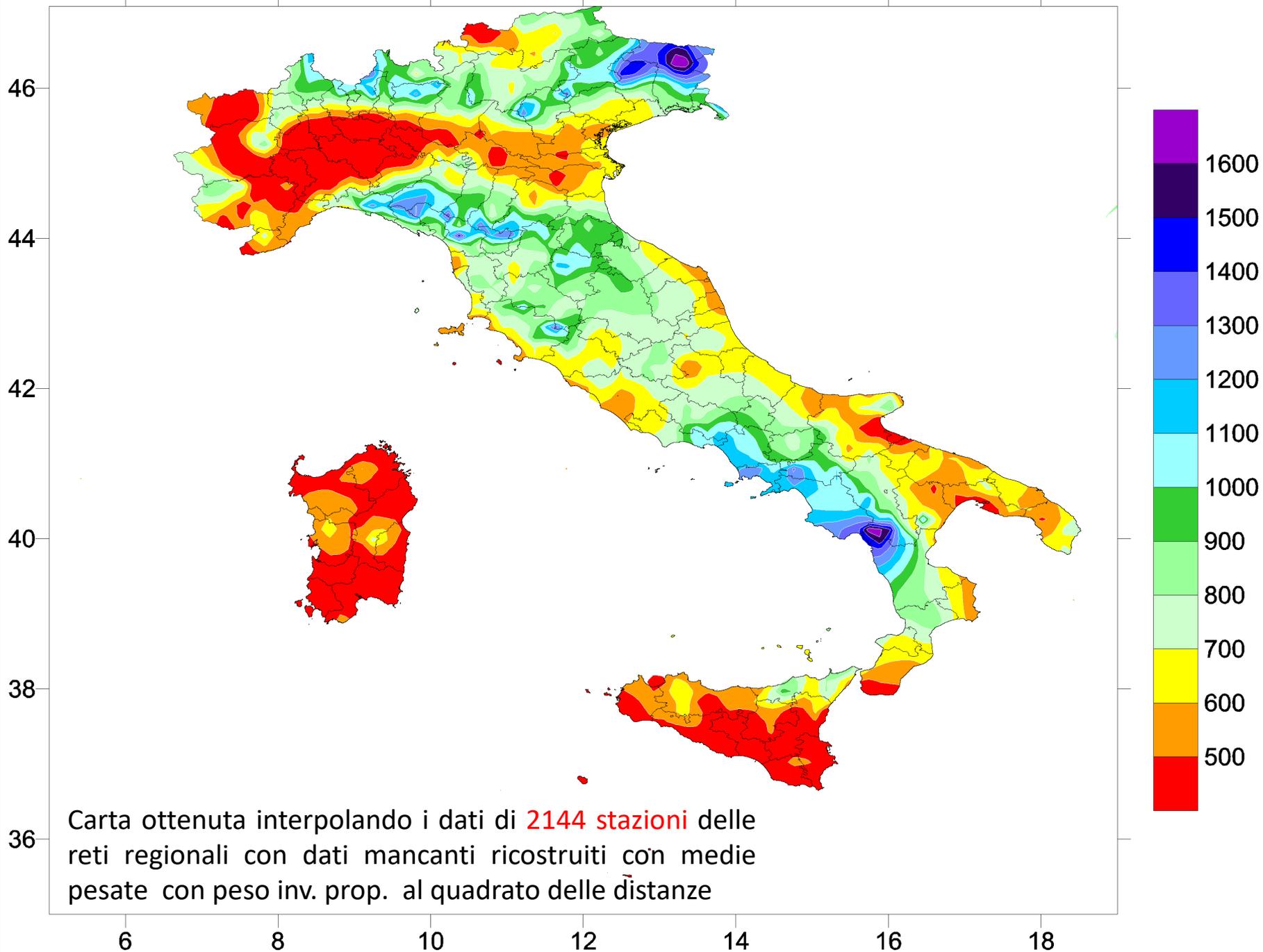
La grande siccità del 2022-2023

Siccità idrologica e agronomica

Siccità idrologica -> carenza idrica nel sistema idrografico (ghiacciai, nevai, laghi, fiumi, falde, ...). In questa sede la analizzerò sommariamente utilizzando la semplice **anomalia pluviometrica**

Siccità agronomica -> si indaga ragionando di bilanci idrici e quindi ricavando il grado di svuotamento della riserva dei suoli (la siccità inizia quando la riserva facilmente utilizzabile è esaurita e sui cereali iniziano a manifestarsi sintomi di stress che si traducono in perdite produttive. In questa sede presenterò il **bilancio idrico di un prato**.

Precipitazione totale per l'anno solare 2022 (mm)

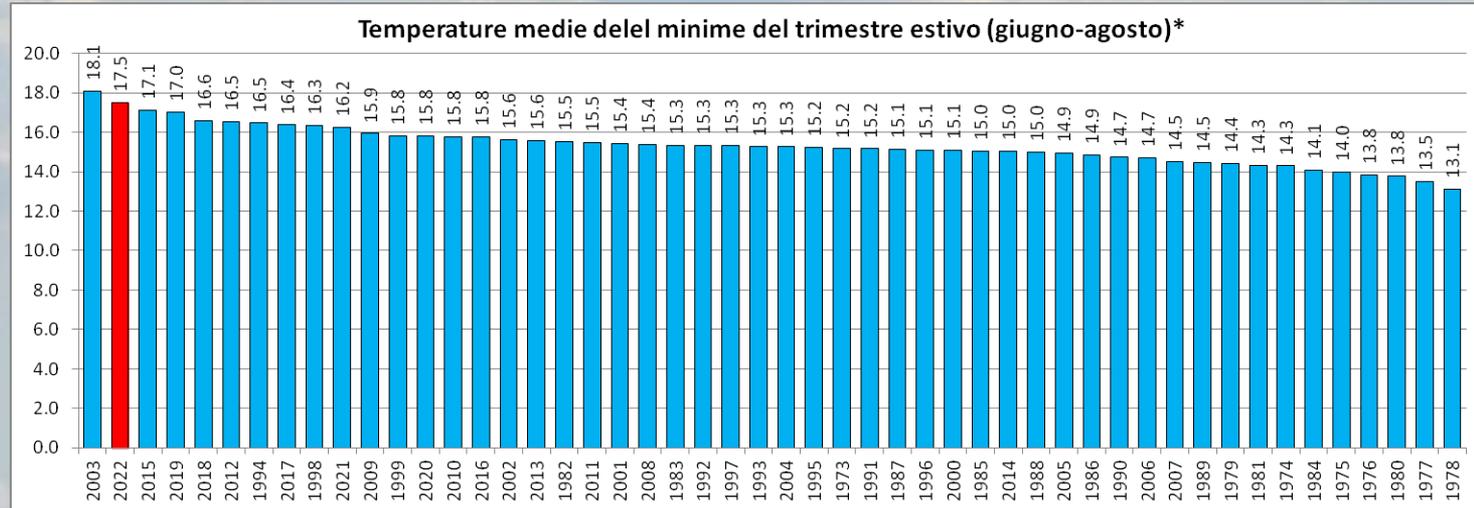
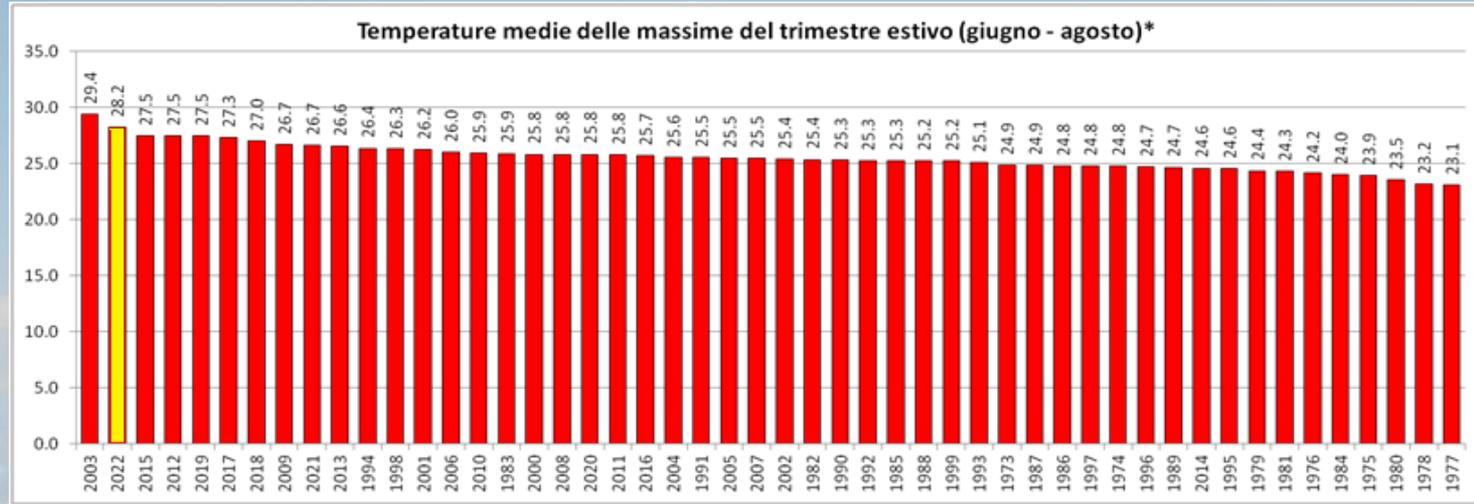


Il 2022 ha anche avuto un'estate molto calda

Le 50 annate dal 1973 al 2022 ordinate dalla più calda per il Nord Italia
Temperature massime e minime (media trimestre giugno-agosto)

Media di 83 stazioni del Nord Italia per i 50 anni che vanno dal 1973 al 2022.

il 2022 viene subito dopo il 2003 come annata più calda, sia per le minime sia per le massime

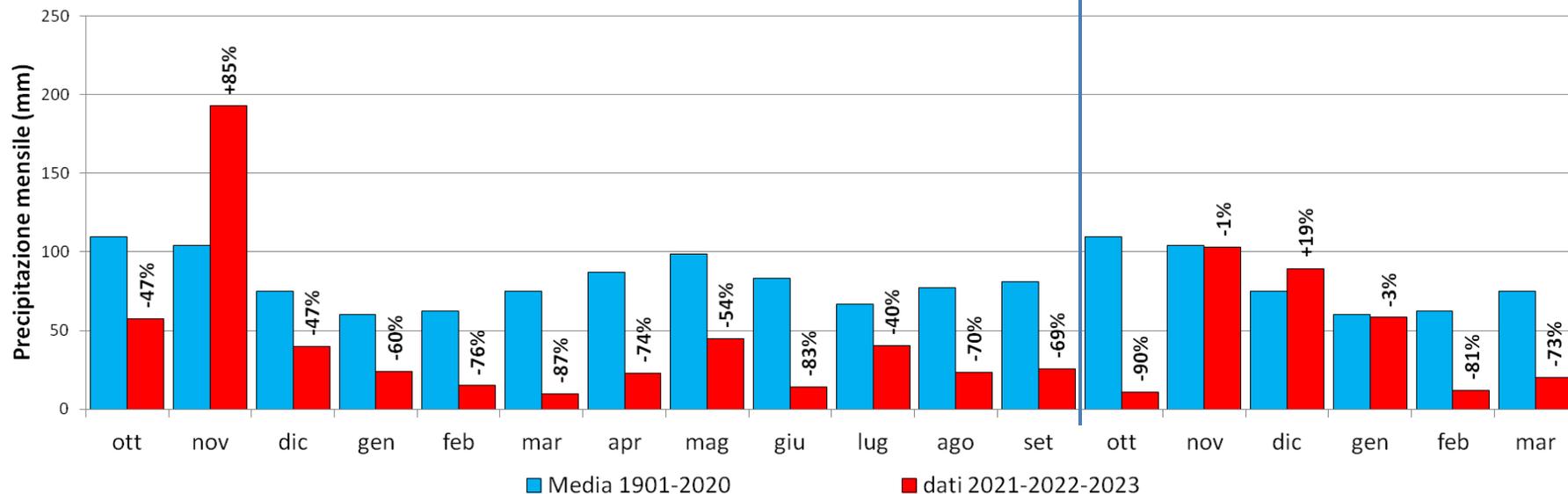


(mie elaborazioni su dati Gsod)

Milano – Anomalie pluviometriche mensili

Anno idrologico 2022

Anno idrologico 2023



- da ottobre 2021 a marzo 2023: 1466 mm attesi, 805 caduti (-45%)
- una sequenza di ben 11 mesi (da dicembre 2021 a ottobre 2022) con precipitazioni sensibilmente inferiori alla norma
- solo 4 mesi su 18 con precipitazioni nella norma o superiori alla stessa

Topografia 850 hPa (1 gennaio - 31 ottobre 2022)

Fig 1 - Media 1991-2020

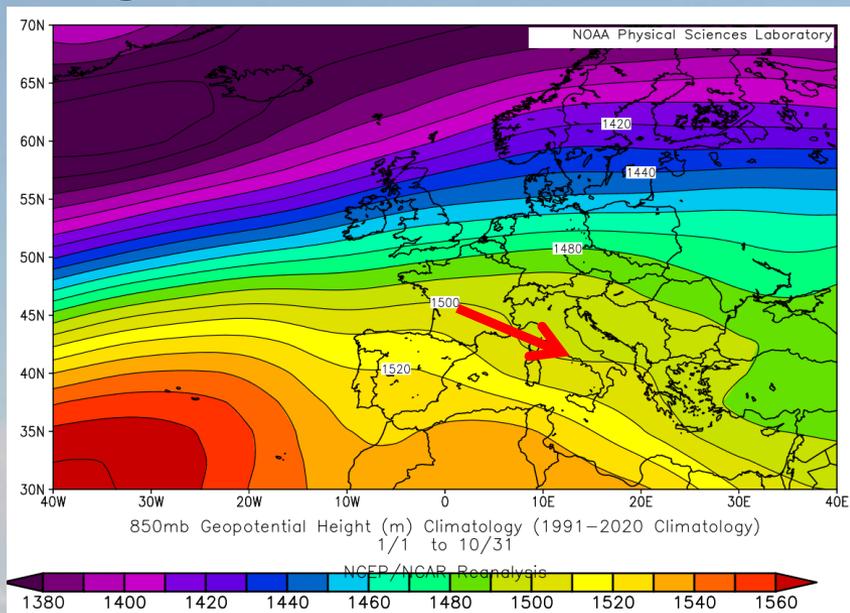


Fig 2 - Anno 2022

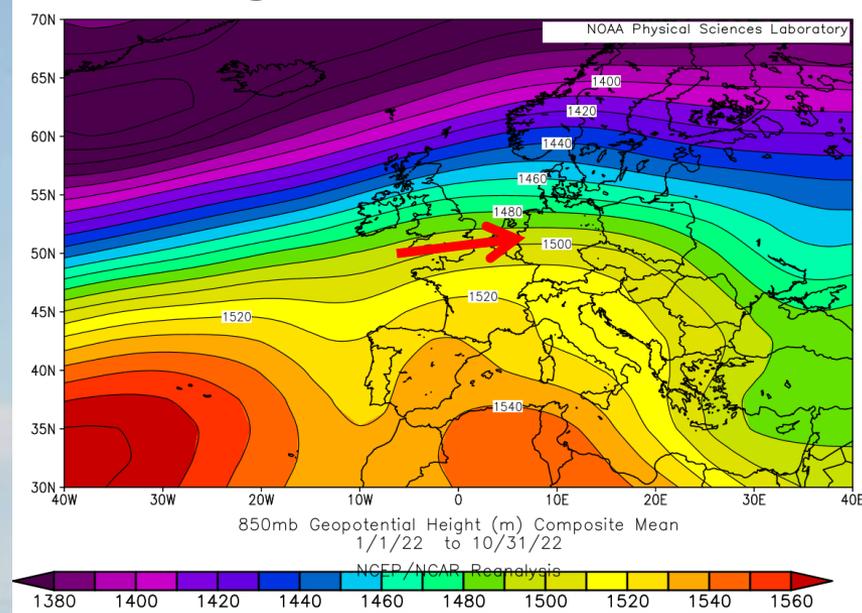
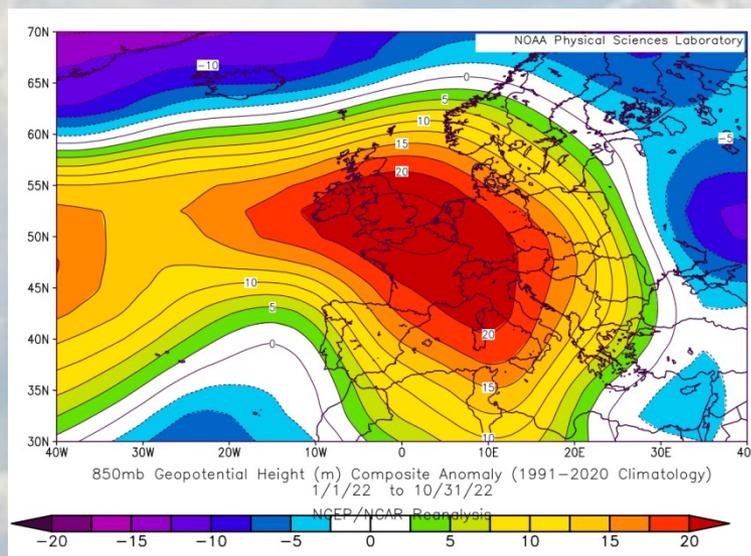
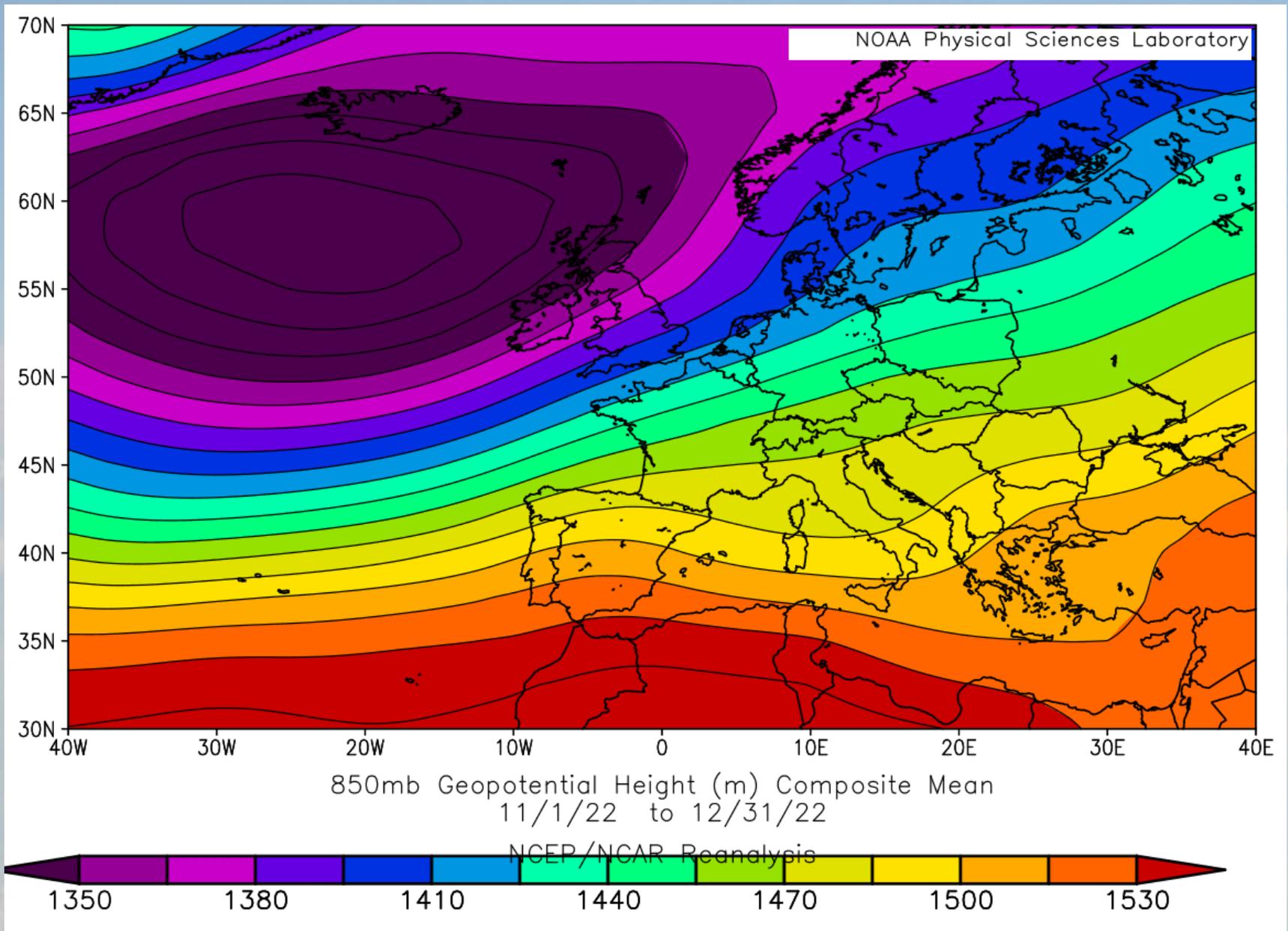


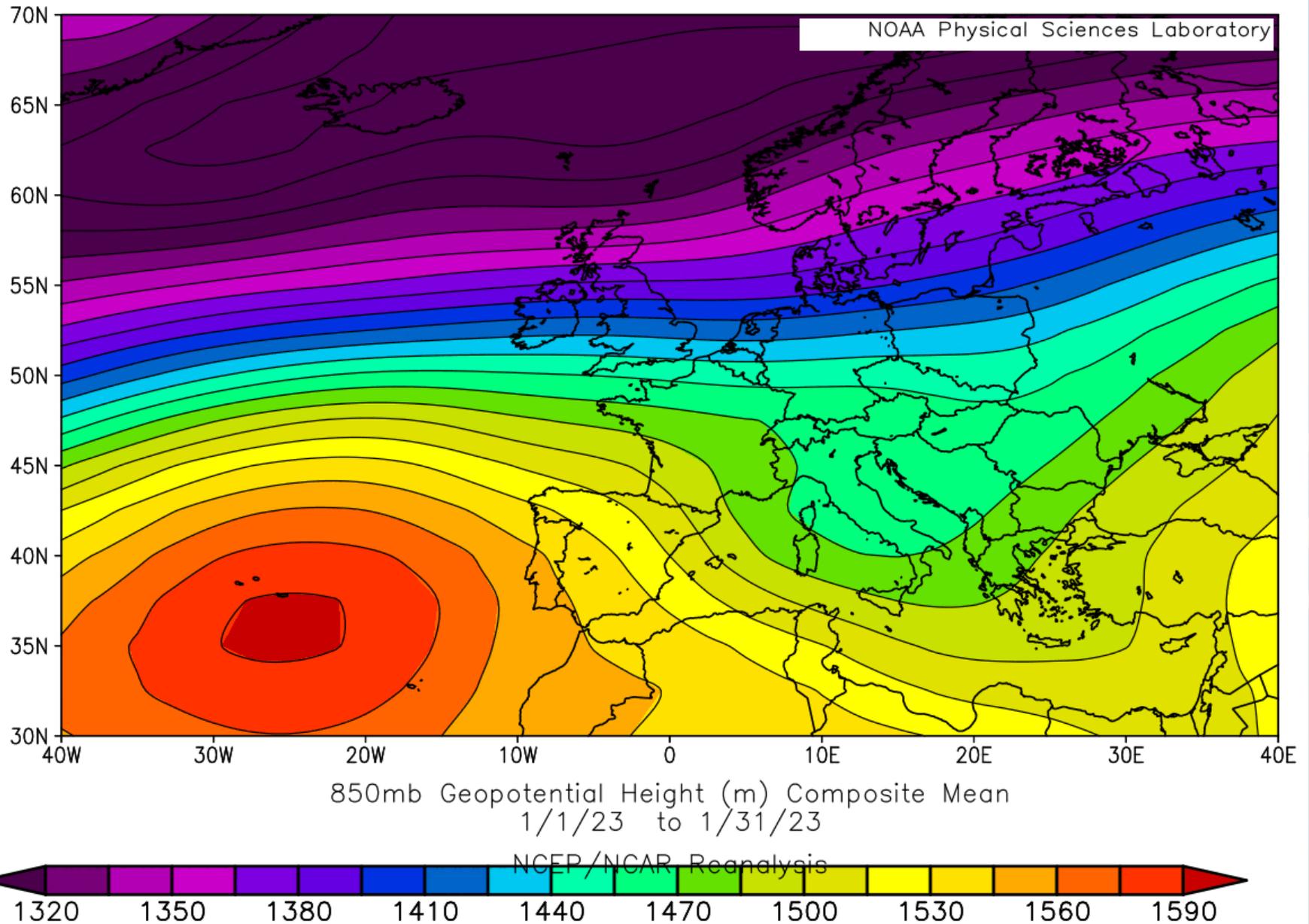
Fig 3 - Anomalia



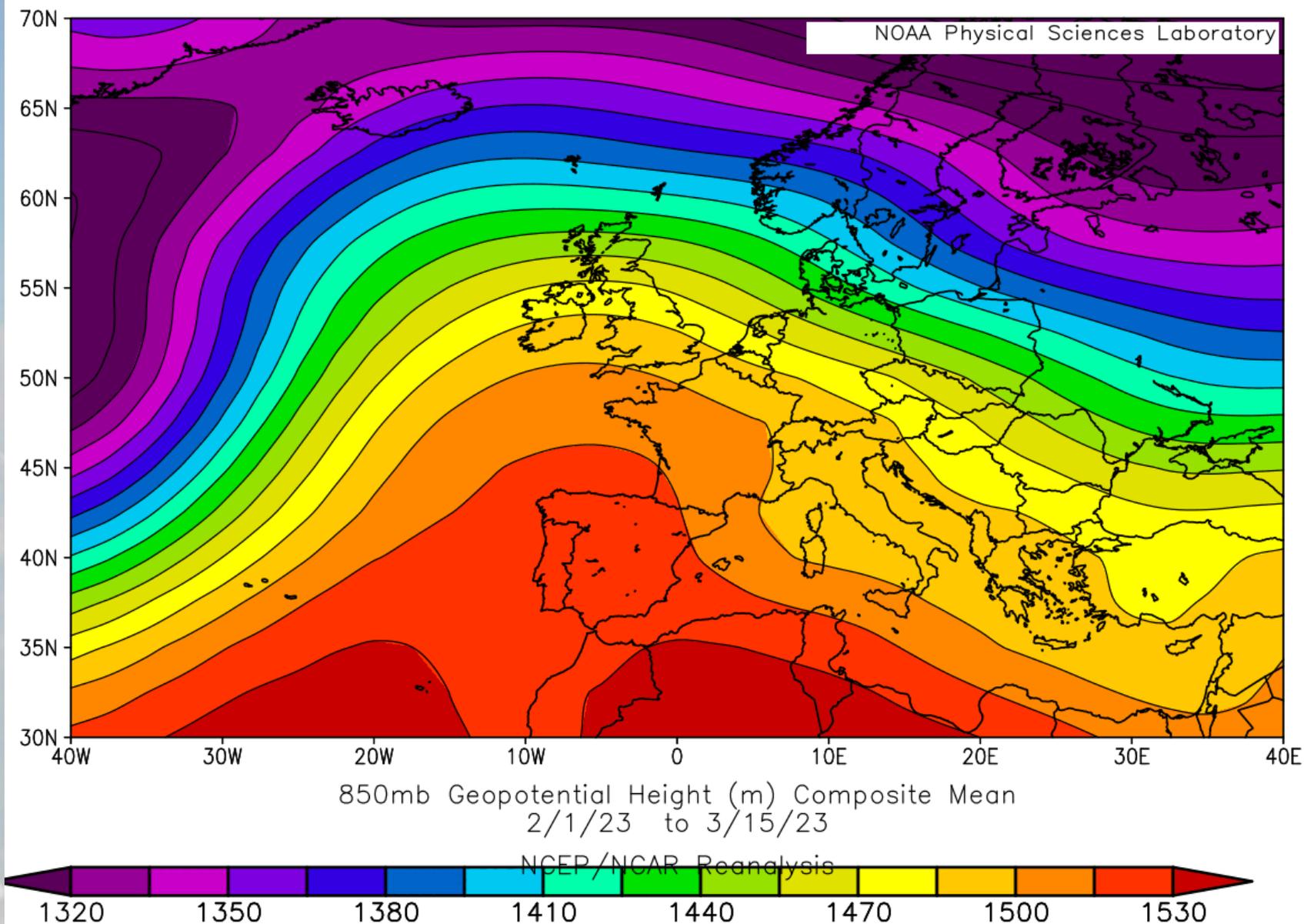
Topografia 850 hPa 1 novembre - 31 dicembre 2022



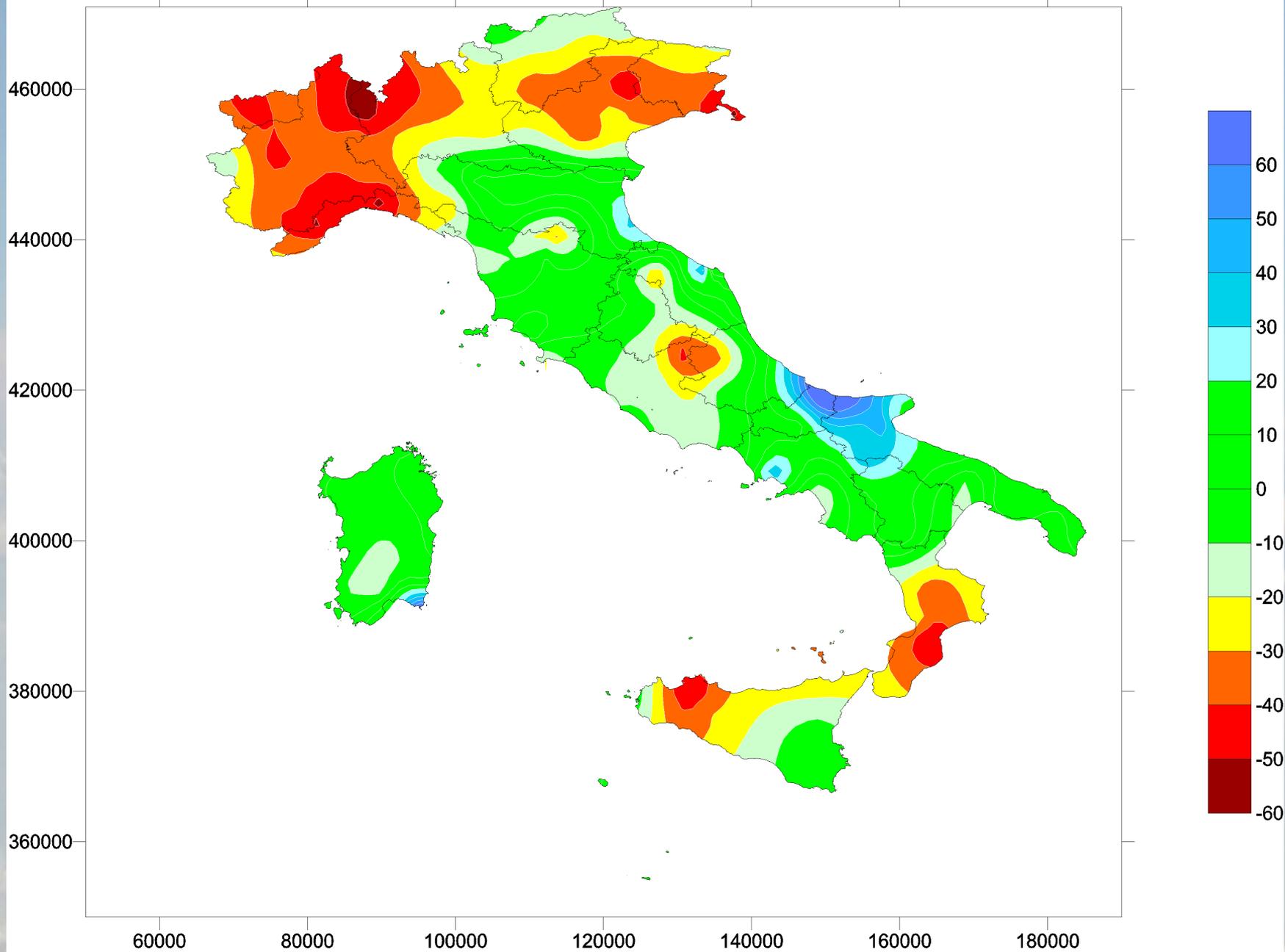
Topografia 850 hPa gennaio 2023



Topografia 850 hPa 1 febbraio – 15 marzo 2023

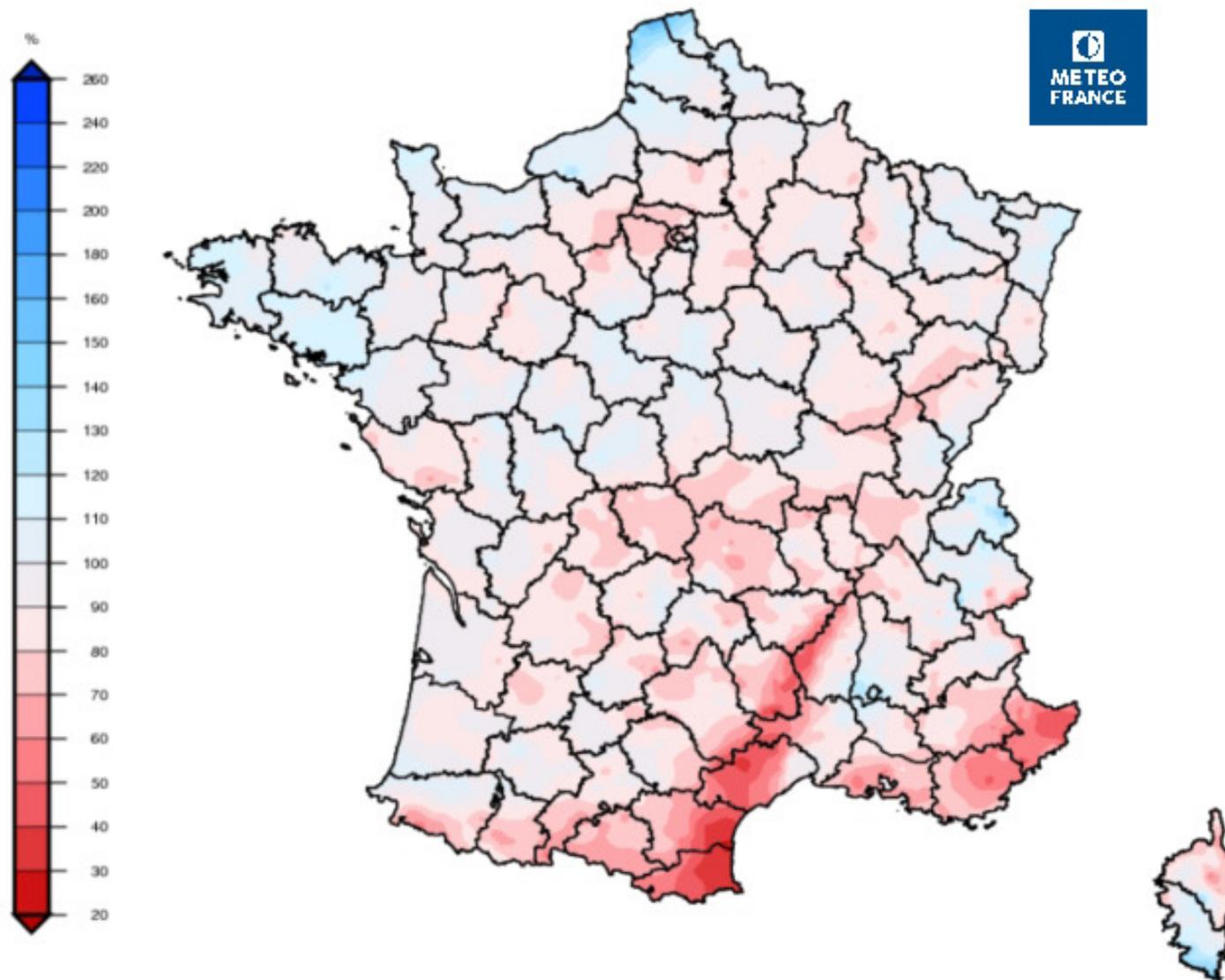


Genn 2022- Febr 2023 - Scostamento % dalla norma (media 2001-2020)



Rapport à la normale du cumul de précipitations sur la France de septembre 2022 au 12 mars 2023

Anomalia pluviometrica Francia



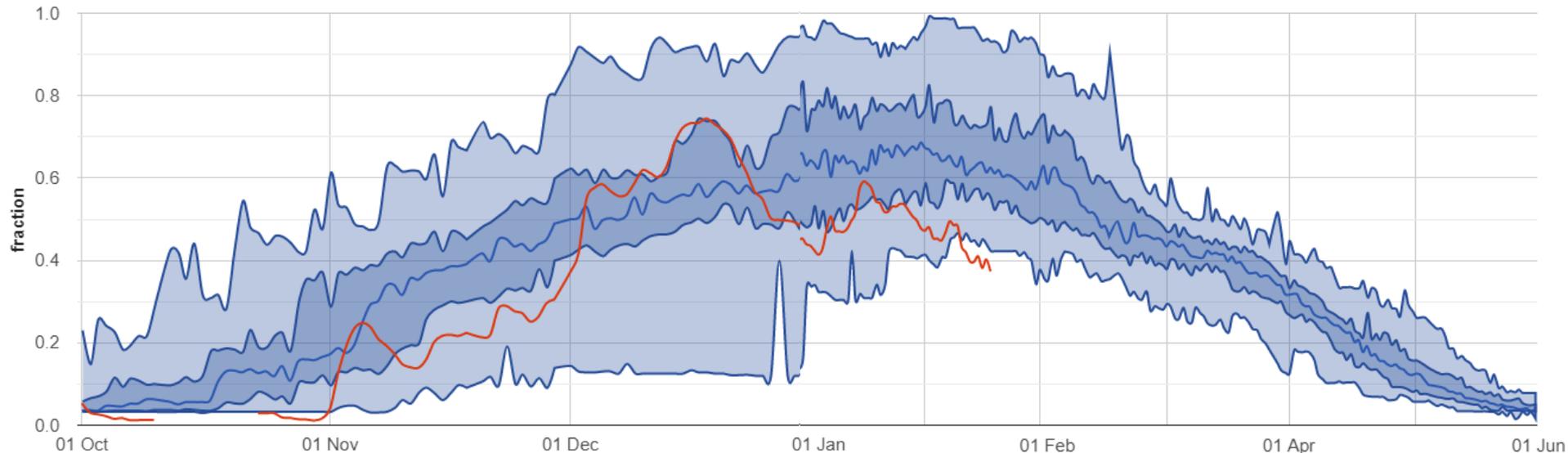
Copertura nevosa nell'areale alpino del bacino del Po

Fonte: Alps-snow-monitor (Cesbio - <https://www.cesbio.cnrs.fr/>)



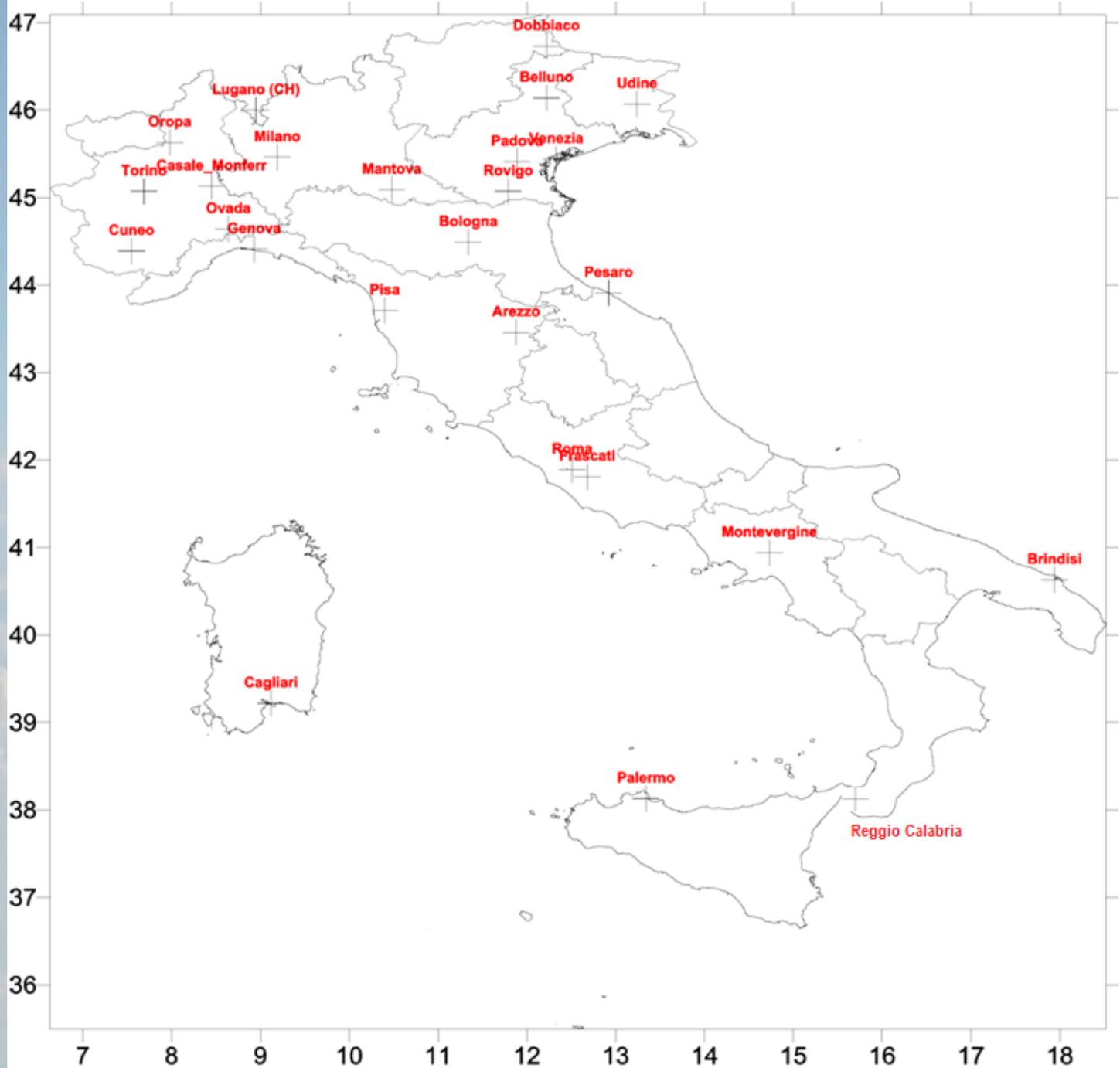
The method is described in the following publication:
Gascoin, S., Monteiro, D., Morin, S. (2022) Reanalysis-based contextualization of real-time snow cover monitoring from space, *Environ. Res. Lett.* **17** 114044 <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac9e6a>

Po: snow cover fraction, current year and 30-year climatology (min, max, median, 25th and 75th percentiles)



<https://labo.obs-mip.fr/multitemp/apps/alps-snow-monitor/>

Analisi pluviometrica su serie secolari



I 10 anni più siccitosi (periodo da 1 gennaio dell'anno n a 28 febbraio di n+1)

Anomalia = scostamento (mm) dalla media 1961-90

Serie storiche considerate

Nord-Ovest 1768-2023

Nord-Est 1800-2023

Centro 1782-2023

Sud 1824-2023

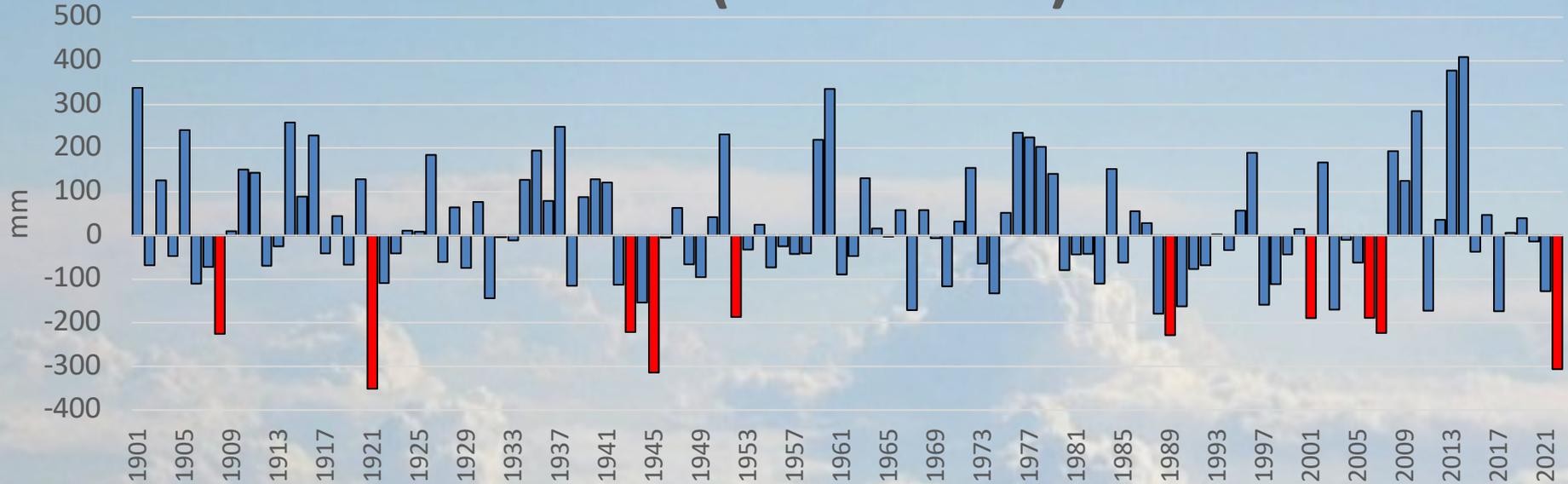
	Nord-Ovest		Nord-Est		Centro		Sud		Italia	
	Anno	Anomalia								
1	2022	-647	1834	-510	1834	-476	1989	-360	1921	-351
2	1921	-541	1921	-463	1945	-460	2001	-348	1945	-314
3	1817	-439	1865	-346	1988	-303	1888	-305	2022	-306
4	1861	-433	1945	-338	2011	-251	2007	-293	1778	-286
5	1952	-389	1857	-316	1989	-244	1884	-285	1834	-268
6	2007	-377	1908	-290	1957	-241	1988	-274	1861	-249
7	2017	-369	1861	-275	2007	-223	1887	-253	1774	-248
8	2006	-367	2022	-268	1948	-199	1977	-239	1779	-239
9	2005	-361	1943	-266	2003	-192	1866	-238	1989	-229
10	1870	-351	1883	-266	2001	-190	1945	-236	1908	-226

Scostamento delle precipitazioni dalla norma (media 1961-1990)

Periodo 1 gennaio dell'anno n a 28 febbraio di n+1

In rosso i 10 casi più critici

ITALIA (1901-2023)

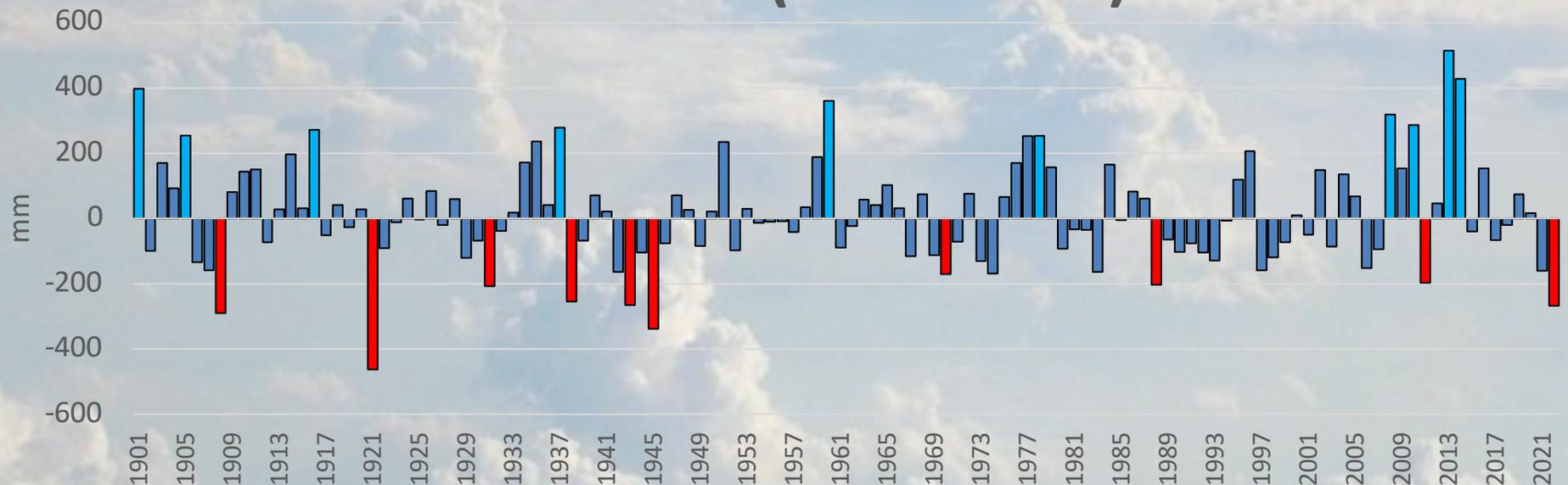


Es: 1921 sta per 1 gennaio 1921- 28 febbraio 1922

NORD-OVEST (1901-2023)



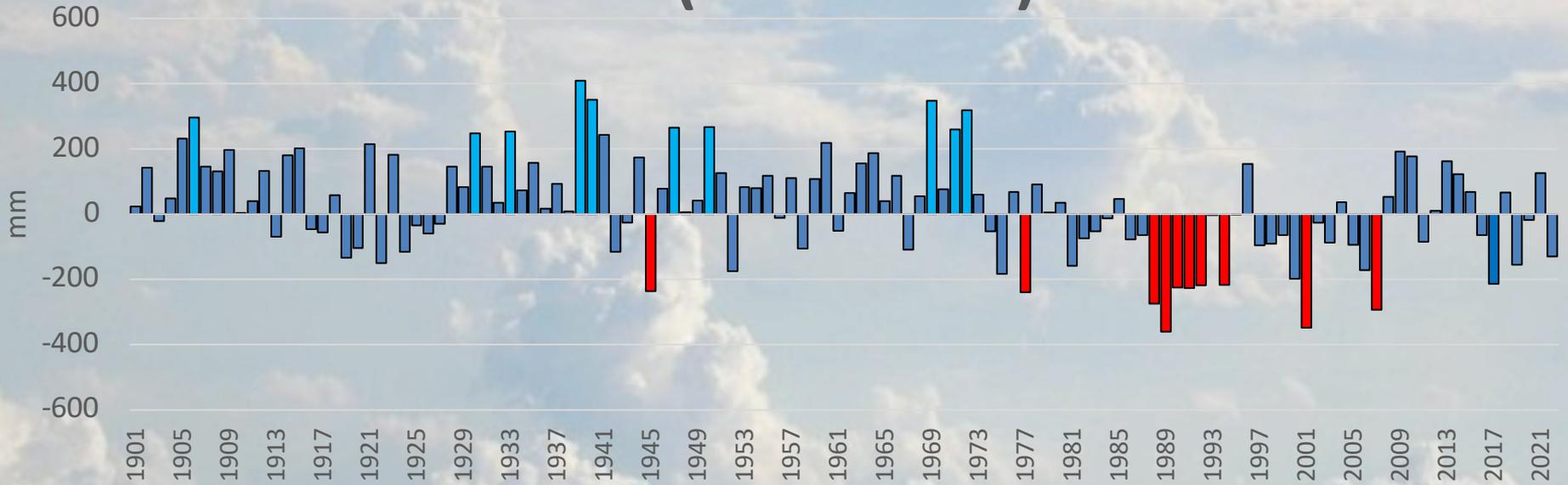
NORD-EST (1901-2023)



CENTRO (1901-2023)

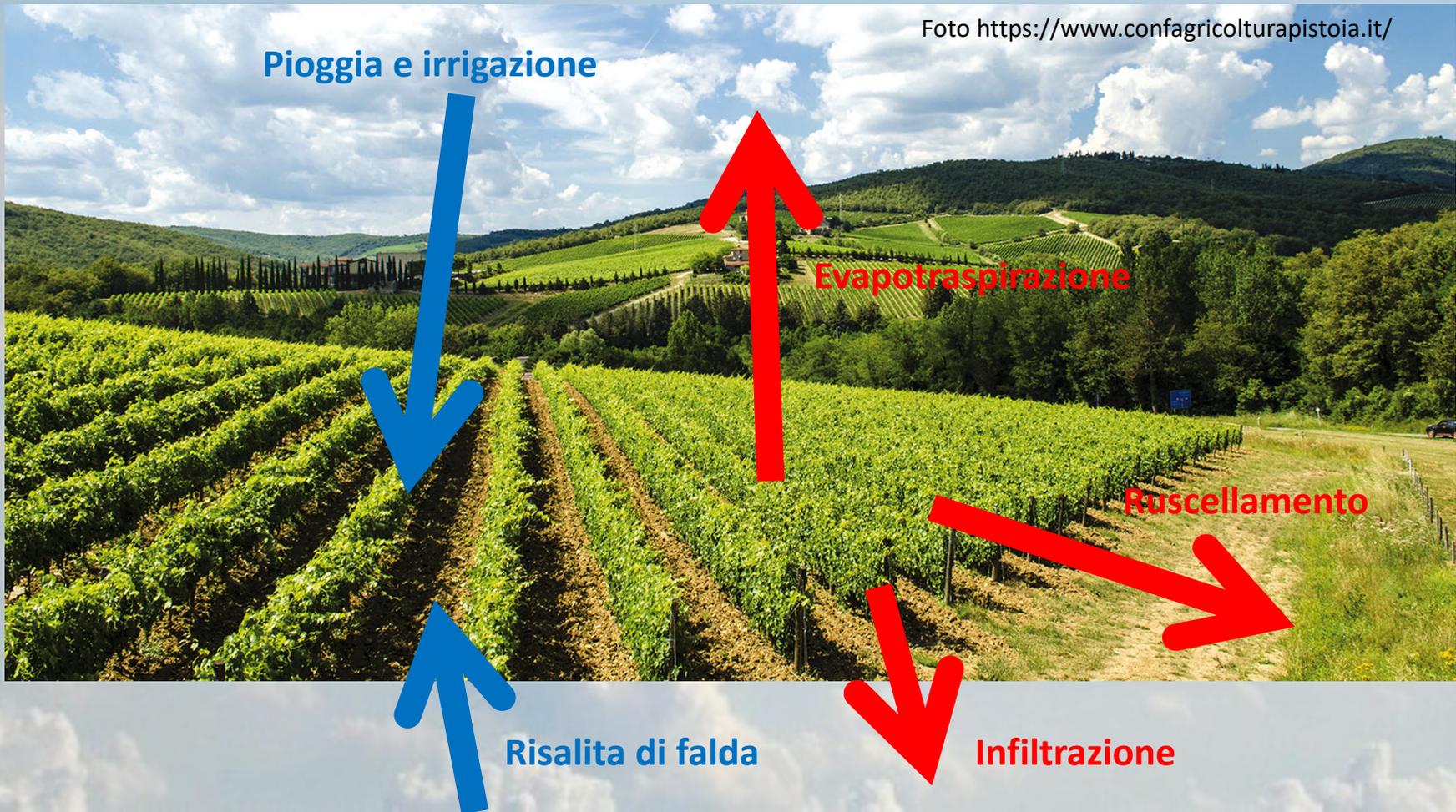


SUD (1901-2023)



Siccità agronomica

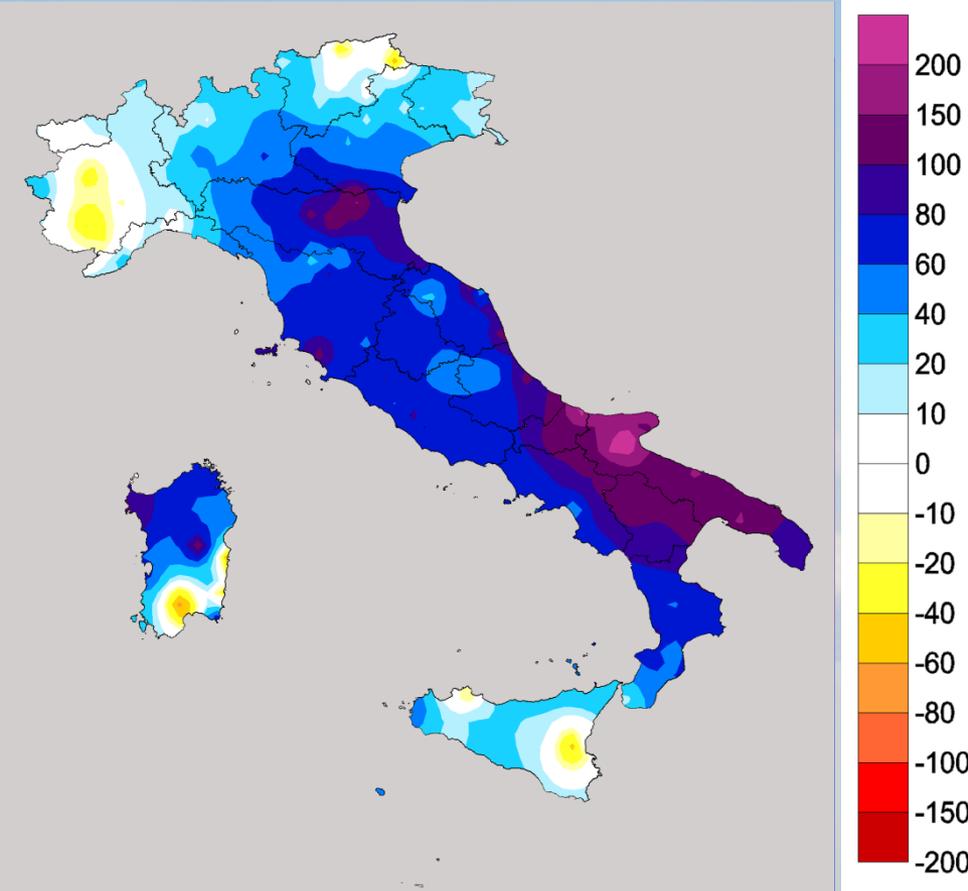
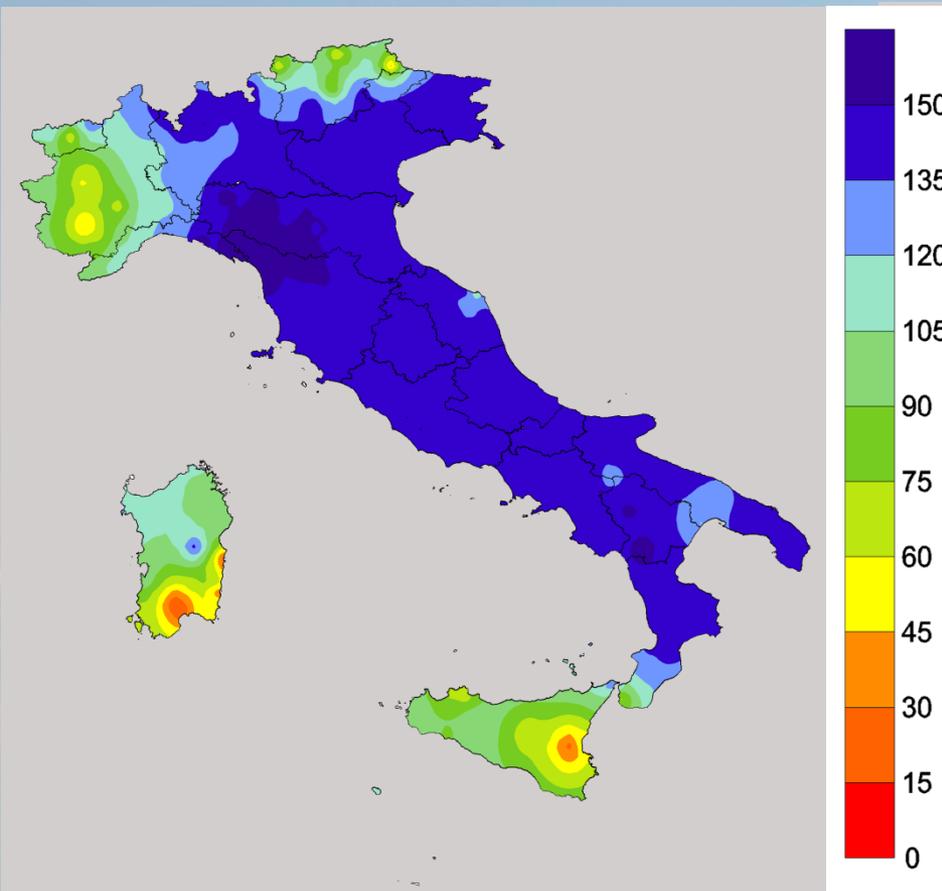
Non si può ragionare solo in termini di precipitazione ma occorre anche considerare il bilancio idrico (considerando altre voci e cioè evapotraspirazione, ruscellamento, infiltrazione, irrigazione e risalita di falda).



Contenuto idrico del suolo - 1 Ottobre 2022

Contenuto idrico [mm]

Anomalia [%]



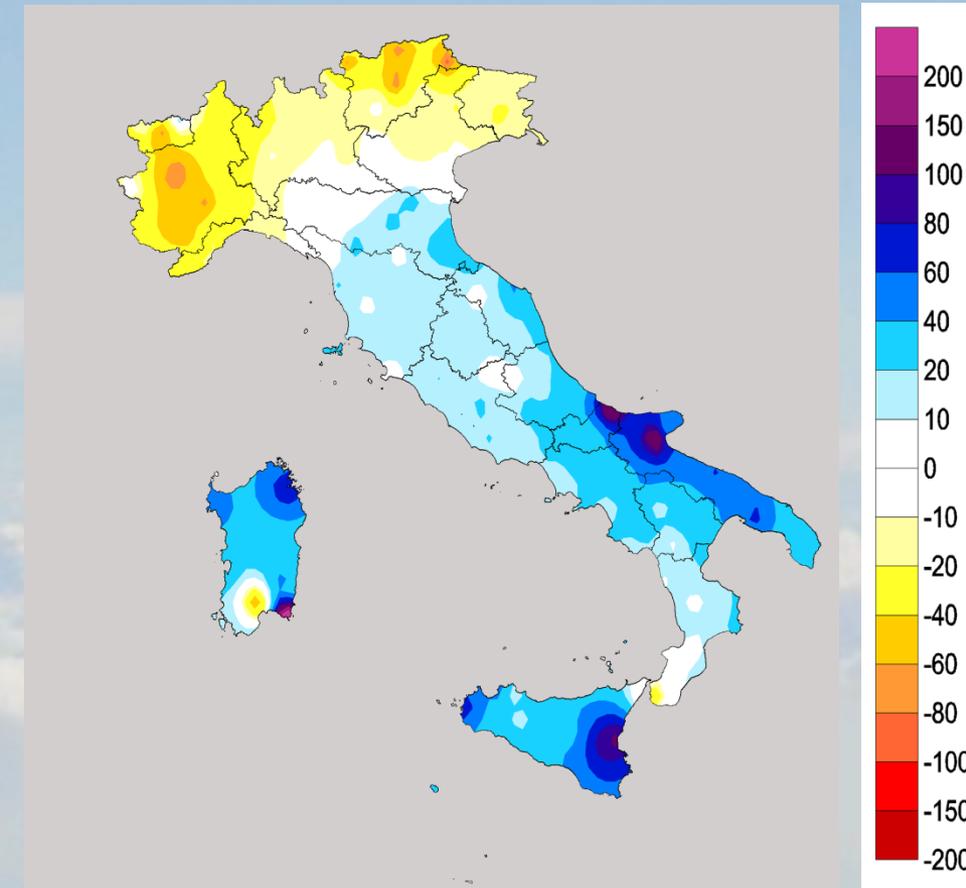
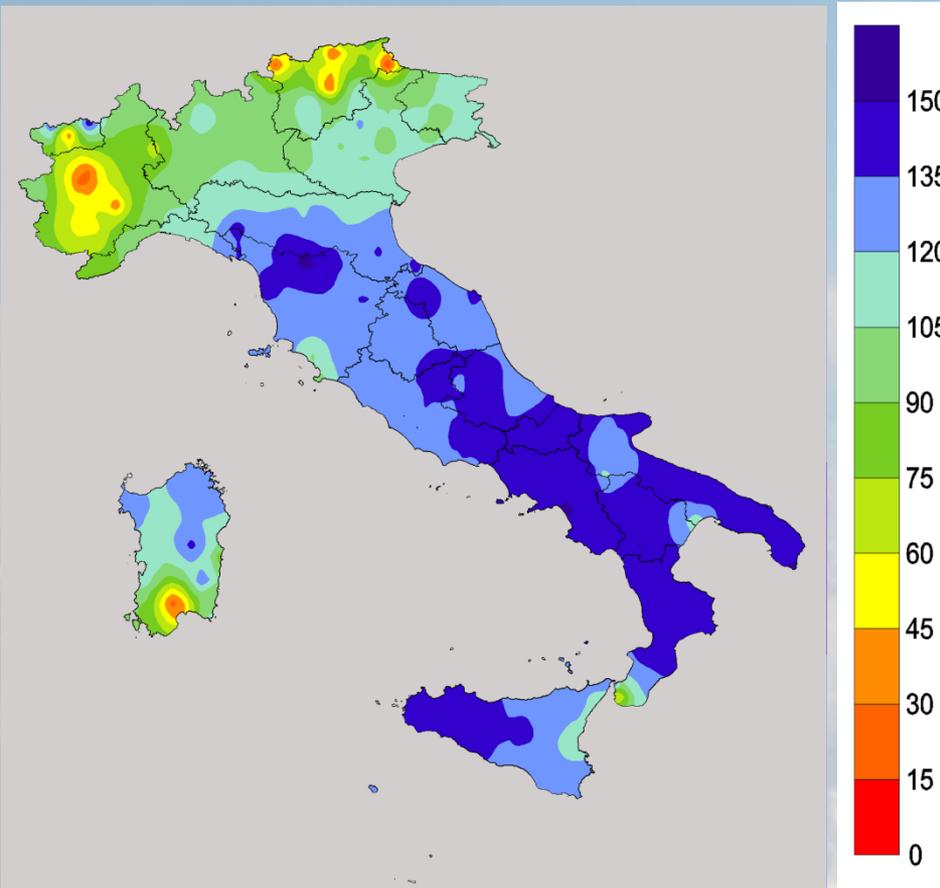
Anomalia = scostamento (%) dalla media 2001-2020

BILANCIO IDRICO MONOSTRATO (150 mm di riserva utile) – COLTURA = PRATO

Contenuto idrico del suolo – 10 Marzo 2023

Contenuto idrico [mm]

Anomalia [%]



Anomalia = scostamento (%) dalla media 2001-2020

BILANCIO IDRICO MONOSTRATO (150 mm di riserva utile) – COLTURA = PRATO

Alcune pratiche agronomiche per l'adattamento alla siccità

1. favorire l'accumulo di acqua nel terreno ->

a) più in generale curare le **sistemazioni idraulico-agrarie** atte a favorire l'infiltrazione dell'acqua piovana nei suoli

b) in risaia **sommersione invernale** stanti anche i rilevanti vantaggi secondari (degradazione sostanza organica senza emissione di CH₄, perdita di vitalità propaguli malerbe)

2. adottare specie e CV tolleranti alla siccità (scelte varietali, miglioramento genetico)

3. ripensare ai sistemi degli stoccaggio idrico aziendali, comprensoriali e a scala di bacino

4. adottare sistemi irrigui più efficienti (ali piovane, microirrigazione, 5.

5. tarare gli irrigatori per distribuzioni più regolari a livello di campo

6. agricoltura conservativa (evitare il ribaltamento degli orizzonti, promuovere la pacciamatura sia con i residui colturali o materiale plastico)

7. agricoltura di precisione (irrigazione a rateo variabile in funzione della variabilità a microscala in riserva e consumi)

L'ultimo aggiornamento di MARS - JRC

